

No. 1

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-069637
 (43)Date of publication of application : 08.03.2002

(51)Int.Cl.

C23C 14/35

(21)Application number : 2000-255168
 (22)Date of filing : 25.08.2000

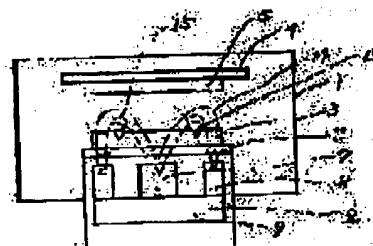
(71)Applicant : VICTOR CO OF JAPAN LTD
 (72)Inventor : IZEKI TAKAYUKI

(54) MAGNETRON SPUTTERING DEVICE

(57)Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetron sputtering device capable of enhancing the utilization efficiency of a target with a simple magnetic circuit structure.

SOLUTION: This magnetron sputtering device has an anode 4, a cathode 2 arranged facing the anode 4, the target 3 arranged at the upper face side of the cathode 2 and a yoke type permanent magnet 6 arranged at the lower face side of the cathode 2 for generating a magnetic leakage field on the surface of the target 3. In this case, the yoke type permanent magnet 6 comprises a central part 7 consisting of a columnar permanent magnet magnetized in a columnar axis direction, a peripheral part 8 consisting of a cylindrical permanent magnet magnetized in a cylindrical axis direction and a base 9 arranged at a prescribed position contacting respective lower faces of the central and peripheral parts 7 and 8, and is constituted such that the magnetic field in the upper face of the central part 7 and that of the peripheral part 8 have a different polarity and different intensity from each other.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-69637

(P2002-69637A)

(43) 公開日 平成14年3月8日(2002.3.8)

(51) Int.Cl.
C23C 14/35

識別記号

FI
C23C 14/35

Fターム* (参考)

C 4K02B
B

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全6頁)

(21) 出願番号 特願2000-255168(P2000-255168)

(22) 出願日 平成12年8月25日(2000.8.25)

(71) 出願人 000004329

日本ビクター株式会社

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地

(72) 発明者 井関 隆之

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地

日本ビクター株式会社内

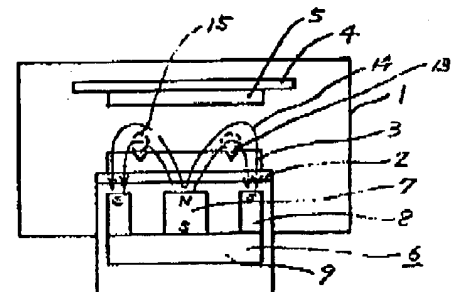
Fターム(参考) 4K02B CA05 DC40 DC43 DC46

(54) 【発明の名称】 マグネトロンスパッタリング装置

(57) 【要約】

【課題】 単純な磁気回路構造でもって、ターゲットの利用効率を高くすることのできるマグネトロンスパッタリング装置を提供する。

【解決手段】 真空チャンバー1内に、アノード4と、このアノード4に対向して配置されたカソード2と、このカソード2の上面側に配置されたターゲット3と、前記カソード2の下側面に配置された、前記ターゲット3の表面に渦巻磁界を発生するためヨーク型永久磁石6とを有するマグネトロンスパッタリング装置において、前記ヨーク型永久磁石6を、円柱状の円柱軸方向に磁化した永久磁石からなる中央部7と、円筒状の円筒軸方向に磁化した永久磁石からなる外周部8と、前記中央部7と前記外周部8の各々の下面に接して所定の位置に配置するベース9とからなり、前記中央部7の上面における磁界と前記外周部8の上面における磁界とを互いに異なる極性且つ異なる強度に構成した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空チャンバー内に、アノードと、前記アノードに対向して配置されたカソードと、前記カソードの上面側に配置されたターゲットと、前記カソードの下面側に配置されて前記ターゲットの表面に漏洩磁界を発生するヨーク型永久磁石とを有するマグネトロンスパッタリング装置において、前記ヨーク型永久磁石を、円柱状の円柱軸方向に磁化した永久磁石からなる中央部と、円筒状の円筒軸方向に磁化した永久磁石からなる外周部と、前記中央部と前記外周部の各々の下面に接して所定の位置に配置するベースとからなり、前記中央部の上面における磁界と前記外周部の上面における磁界とを互いに異なる極性且つ異なる強度に構成したことを特徴とするマグネトロンスパッタリング装置。

【請求項2】 前記ターゲットの上面と前記ヨーク型永久磁石の前記中央部の上面との間隔を変更可能とするための、前記ヨーク型永久磁石を移動する移動手段を備えたことを特徴とする請求項1記載のマグネトロンスパッタリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、マグネトロンスパッタリング装置に係り、特に高いターゲット使用効率を可能とするヨーク型永久磁石を有するマグネトロンスパッタリング装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、スパッタリング装置として、マグネトロンスパッタリング装置が広く使用されている。図6は、従来例のマグネトロンスパッタリング装置の概略構成図である。気密の保持される真空チャンバー1内には、基板5の装着されたアノード4とこれに対向して例えば円盤状のカソード2が配設されている。カソード2には、ターゲット3がセットされており、カソード2の下部にはヨーク型永久磁石26が配置されている。

【0003】 ヨーク型永久磁石26は、表面がN極である円柱状の永久磁石の中央部27と、表面がS極である、円筒状の永久磁石の外周部28と、これらを配置したベース29から構成されており、中央部のN極から外周部のS極に達する、半径方向に放射するターゲット3の表面に漏洩磁界25を発生している。ここで、中央部27の上面と外周部28の上面は同一平面上にある。

【0004】 所定の雰囲気中で、図示されない電源により、アノード4とカソード2間に高周波電力が供給されると、真空チャンバー1内には、プラズマが発生し、特にプラズマ陽イオンは、磁界25にトラップされ、特に磁界がターゲット表面に対して垂直となる部分で多くトラップされるので、ここにドーナツ状をしたプラズマ密度の高いプラズマ収束部25が形成され、これにより、スパッタリングを効率良く行うことができ、高い成膜速度を得ることができる。このようなマグネトロンスパ

ッタリング装置が、薄膜形成分野では、主に用いられている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上述のマグネトロンスパッタリング装置においては、プラズマ収束部25にプラズマが集中するため、これに対応するターゲットの部分（通常、エロージョン部23という）が集散的に、スパッタリングされる。以下、この現象を説明する。

【0006】 図8は、従来例に用いたヨーク型永久磁石について、シュミレーションによって求めた磁界の分布図である。図8において、縦軸はY座標を、横軸はX座標を表し、ヨーク型永久磁石26の中心線（左端の縦軸に一致する）から右半分の形状を示してある。中央部27及び外周部28はNeFeB磁石、ベース29は純鉄より構成されているとして、また、外径は74mm、外周部の厚さは5mm、中央部の直径は30mmとして、シュミレーションした。

【0007】 図中の曲線は、磁力線を示し、ターゲット3上の各曲線上のドット22は、磁力線がターゲット3の表面に対し平行となる位置を示し、スパッタリング時には、この位置で、イオンが最も有効に磁力線にトラップされて、プラズマ収束部25が形成される。これによれば、プラズマ収束部25のターゲット3上の位置はほとんど変化しないことが分かる。

【0008】 したがって、スパッタリングにより、ターゲット3を連続して使用すると、図9の（b）に示すように、深く掘られた狭いエロージョン部23が形成され、ターゲット3の大部分が残っているにも関わらず、使用が不可能になってしまう。なお、図9は、使用終了時のターゲットの断面図であり、（a）は第1実施例、（b）は従来例、（c）は第2実施例をそれぞれ示す。このように、従来のマグネトロンスパッタリング装置においては、ターゲットの利用効率はあまり良くなかった。

【0009】 そこで、ターゲットの利用効率を高くする方法として、第1の方法は、例えば実開平05-20303公報に開示されているように、特殊な構造のマグネトロン磁気回路を設計し、ターゲット表面上に漏洩する磁界の量を増やす方法である。

【0010】 また、図7は、従来例の変形例のマグネトロンスパッタリング装置の概略構成図であるが、第2の方法として、ここに示されるように、ターゲット3の配設されたカソード2の下に、中心軸Cの周りに回転できる形状のヨーク型永久磁石36を配置して、スパッタリング時には、このヨーク型永久磁石36を公転回転させる装置もある。

【0011】 また、第3の方法として、適切な漏洩磁界を形成するのに、例えば特開平02-294476号公報に開示されているように、ヨーク型永久磁石をターゲ

ット面に対して垂直方向に移動可能な構造としたのがある。

【0012】しかし、上述の第1の方法では、磁気回路の構造が複雑になり、またカソード内に冷却水の流れるスペースが少なくなるなどの問題があった。

【0013】また、上述の第2の方法では、ターゲットの表面積に対してマグネトロン放電する面積は狭いため、ターゲット利用効率は高くなるものの、成膜速度が大幅に遅くなってしまふ、という問題があった。

【0014】また、上述の第3の方法では、ターゲット表面の漏洩磁界を常に一定に保ち、膜厚分布の再現性良くすることはできるが、プラズマの収束部分は変わらないので、ターゲットの利用効率は通常のマグネトロンスパッタとあまり変わらないという問題があった。

【0015】そこで本発明は、上記課題を解決し、単純な磁気回路構造でもって、ターゲットの利用効率を高くすることのできるマグネトロンスパッタリング装置を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するための手段として、第1の発明は、真空チャンパー内に、アノードと、前記アノードに対向して配置されたカソードと、前記カソードの上面側に配置されたターゲットと、前記カソードの下面側に配置されて前記ターゲットの表面に漏洩磁界を発生するヨーク型永久磁石とを有するマグネトロンスパッタリング装置において、前記ヨーク型永久磁石を、円柱状の円柱軸方向に磁化した永久磁石からなる中央部と、円筒状の円筒軸方向に磁化した永久磁石からなる外周部と、前記中央部と前記外周部の各々の下面に接して所定の位置に配置するベースとからなり、前記中央部の上面における磁界と前記外周部の上面における磁界とを互いに異なる極性且つ異なる強度に構成したことを特徴とするマグネトロンスパッタリング装置である。

【0017】また、第2の発明は、上記第1の発明において、前記ターゲットの上面と前記ヨーク型永久磁石の前記中央部の上面との間隔を変更可能とするための、前記ヨーク型永久磁石を移動する移動手段を備えたことを特徴とするマグネトロンスパッタリング装置である。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態につき、好ましい実施例により、図面を参照して説明する。ここで、本発明は、以下の考察に基いてなされたものである。すなわち、従来例のマグネトロンスパッタリング装置におけるヨーク型永久磁石は、中央部と外周部とは、それらの上面が同一平面上にあり、且つ同一の磁石材料で構成されているため、中央部の上面と外周部の上面の磁界強度が同じであり、中央部と外周部との間に発生する磁界は、上述の図8に示したように、ターゲットの横方向に対称的なものであり、この結果、プラズマ収

束部の位置が高さにより変化しないものであった。

【0019】そこで、鋭意検討した結果、中央部と外周部の材質を変え、中央部と外周部の各上面の磁界強度を異なるようにすることにより、中央部と外周部の間の磁界に非対称性が生じることが判明した。

【0020】図4は、実施例に用いたヨーク型永久磁石について、シミュレーションによって求めた磁界の分布図である。図4において、縦軸はY座標を、横軸はX座標を表し、ヨーク型永久磁石6について中心線（左端の縦軸に一致する）から右半分の形状を示してある。中央部7はNdFeB磁石、外周部8及びベース9は純鉄より構成されているとして、また、外径は74mm、外周部の厚さは5mm、中央部の直径は30mmとして、シミュレーションした。ここで、ターゲット3は、非磁性材料としてあり、外周部と中央部の各上面は、同一平面上にある。

【0021】ベース9及び外周部8は、中央部7により磁化され、図中の曲線に示される磁力線を発生する。図4に示すように、ターゲット3内を通る磁力線は、外側に広がるような非対称な形状を示している。ターゲット3上に分布する各曲線上に記したドット12は、磁力線がターゲット3の表面に対し平行となる位置を示し、この位置で、イオンが最も有効に磁力線にトラップされて、プラズマ収束部15が形成される。プラズマ収束部15はヨーク型永久磁石6に近づくに従い、横方向で中央部に移動する。これによれば、ターゲット3が使用されるにつれて、プラズマ収束部が移動するので、従来のように、エロージョンが局部的に集中することがない。

【0022】以下、上記の結果に基づく本発明のマグネトロンスパッタリング装置の実施例を説明する。

<第1実施例>図1は、本発明のマグネトロンスパッタリング装置の第1実施例を示す概略構成図である。図示しない真空排気ポンプに接続された気密を保持できる真空チャンパー1内には、所定位置に基板5の装着されたアノード4と、これに対向して円盤状のカソード2が配置されている。アノード4とカソード2は図示しない、高周波電源に接続されている。カソード2には、ターゲット3が配置されている。カソード2の下部には、ヨーク型永久磁石が配置されている。

【0023】ここで、実施例に用いた、ヨーク型永久磁石を示す構成図である図2を参照すると、ヨーク型永久磁石6は、上記のシミュレーションで用いたものと同様、直径30mm(=d)のNdFeB磁石よりなり高さ方向に上部がN極、下部がS極に磁化された中央部7と、外径74mm(=D)で肉厚5mm(=w)である純鉄からなる外周部8とを純鉄からなるベース9に配置して構成してある。外周部8の上面は、中央部7により磁化され中央部よりは弱い磁界強度を示すS極となっている。なお、外周部8とベース9は、一体的に構成してもよい。

【0024】ここで、再び図1に戻ると、ヨーク型永久磁石6により発生する磁束14は、中央部7の上面の示す磁界強度が、外周部8の上面の示す磁界強度より大きいので、中央部7から外周部8に向かって外に広がる様に分布しており、従って、スパッタリング時に、ターゲット3上にできるプラズマ収束部15は、ターゲット3を使用するに伴いすなわちターゲットが消耗するに伴い、中央のほうに移動する(図4も参照)。

【0025】ターゲット使用終了時にターゲットの断面の状態は、図9に示される。ここで、図9の(a)は実施例、図9の(b)は従来例を示す。ターゲットの使用効率として、エロージョン部13、23とターゲット3の断面積の比で評価すると、従来例においては、ターゲット使用効率は10~15%程度であるのに対し、本実施例では、15~20%程度に向上している。

【0026】<第2実施例>図3は、本発明のマグネトロンスパッタリング装置の第2実施例を示す概略構成図である。基本的な構造は、第1実施例と同様であるが、ヨーク型永久磁石6を上下に移動する移動手段10を有していることが特徴である。

【0027】この移動手段10は、スパッタリングによるターゲット3の使用時間に応じて、ヨーク型永久磁石6を連続的に移動できる機構であってもよい。この場合、例えば駆動モータに連結した送りねじ機構により、モータを回転させれば移動する機構がある。また、単に、ターゲット3の高さ調整するために、例えば、カソード2とターゲットの間にねじや数種類の厚みの板をばさんで高さを調節する構造であってもよい。

【0028】第1実施例においては、ターゲット3がスパッタリングにより減っていくだけの量しか、プラズマ収束部の高さが変わらないため、プラズマ収束部の半径方向の位置変化量は小さく、従って、エロージョン部の位置変化量は小さいが、第2実施例の場合は、積極的にターゲット3とヨーク型永久磁石6の間隔を大きく変えることにより、図4に示した如く、プラズマ収束部15のターゲット3に対する半径方向の位置を大きく変えることができるので、エロージョン18の位置も大きく変えることができる。そのため、ターゲット3の広い面積を有効に利用できる。

【0029】上述の形状(外径7.4mmなど)を有するヨーク型永久磁石6について、ターゲット3の上面からヨーク型永久磁石6の上面までの高さ(間隔)と、放電時のエロージョン直径(プラズマ収束部の直径)との関係を求めた結果を、図5に示す。これによれば、間隔が5mm変化するだけでエロージョン直径は1.4mm変化する。これは、単純に計算してターゲット面積の25%に相当する。従って、ターゲットの利用効率はそれ以上になる。実際に、使用後のターゲットの断面を、図9の(c)に示す。ここで、ターゲット利用効率は30~40%程度に向上している。

【0030】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明のマグネトロンスパッタリング装置において、請求項1及び2によれば、ヨーク型永久磁石を、円柱状の円柱軸方向に磁化した永久磁石からなる中央部と、円筒状の円筒軸方向に磁化した永久磁石からなる外周部と、前記中央部と前記外周部の各々の下面に接して所定の位置に配置するベースとからなり、前記中央部の上面における磁界と前記外周部の上面における磁界とを互いに異なる極性且つ異なる強度に構成したことにより、中央部と外周部の間の磁界分布を非対称なものとし、ターゲットの使用とともにターゲットの厚さが変化するのに従い、プラズマ収束部の位置を変えることができ、単純な磁気回路構造でもって、ターゲットの利用効率を高くすることのできるマグネトロンスパッタリング装置を提供することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のマグネトロンスパッタリング装置の第1実施例を示す概略構成図である。

【図2】実施例に用いた、ヨーク型永久磁石を示す構成図である。

【図3】本発明のマグネトロンスパッタリング装置の第2実施例を示す概略構成図である。

【図4】実施例に用いたヨーク型永久磁石について、シミュレーションによって求めた磁界の分布図である。

【図5】実施例のヨーク型永久磁石における、放電エロージョン径とターゲット表面-磁石表面間距離との関係を示すグラフ図である。

【図6】従来例のマグネトロンスパッタリング装置の概略構成図である。

【図7】従来例の変形例のマグネトロンスパッタリング装置の概略構成図である。

【図8】従来例に用いたヨーク型永久磁石について、シミュレーションによって求めた磁界の分布図である。

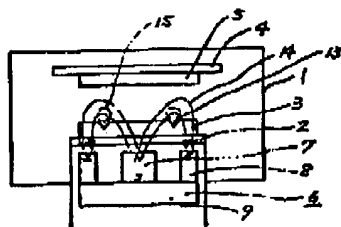
【図9】使用後のターゲットを示し、(a)は第1実施例の、(b)は従来例の、(c)は第2実施例のターゲットの断面図をそれぞれ示す。

【符号の説明】

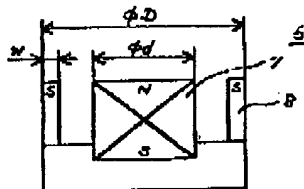
- 1...真空チャンバ
- 2...カソード
- 3...ターゲット
- 4...アノード
- 5...基板
- 6...ヨーク型永久磁石
- 7...中央部
- 8...外周部
- 9...ベース
- 10...移動手段
- 13...エロージョン部
- 14...磁束

15...プラズマ収束部

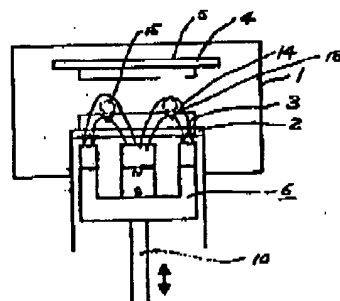
【図1】



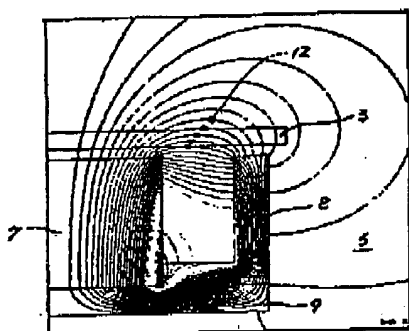
【図2】



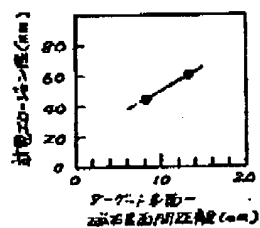
【図3】



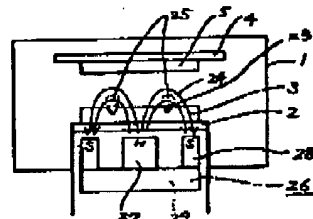
【図4】



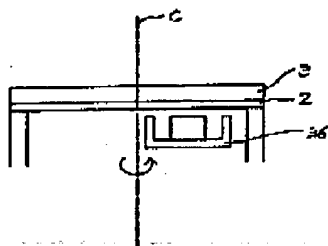
【図5】



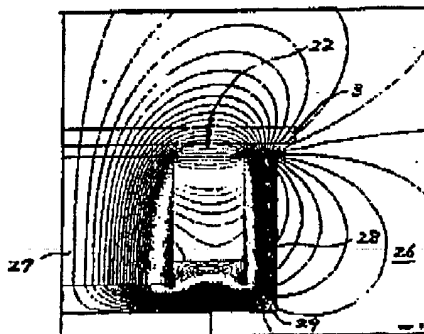
【図6】



【図7】



【図8】



[FIG. 9]

